

가속열화에 의한 폴리머애자의 연면방전과 재료분석

송길목*, 김종민, 정진수, 김영석
한국전기안전공사 부설 전기안전연구원*

Surface Discharge and Materials Analysis of Polymer Insulators Due to Accelerated Deterioration

Kil-Mok Shong*, Jong-Min Kim, Jin-Su Jung, Young-Seok Kim
KESCO-ESRI*

Abstract - This study investigated the detection of corona discharge on polymer insulators at 13.2kV. Also, It will be analyzed by variety analyzers such as FT-IR, TA, and so on. It carried out an experiment and an actual measurement about corona detection using a UV-camera. This experiment and inspection would need to respect the above criteria. It was required to verify various experimental conditions and on-site inspection afterwards, but it was believed to minimize the measurement error by data-basing research results in a continuous manner and it was necessary to establish diagnosis technologies and standards in various electrical power facilities.

1. 서 론

국내 전력설비의 안정된 운영을 위해 진단기술과 다양한 센싱기술이 개발되고 발전하고 있다. 최근 전력설비 진단기술이 정전작업 등 비활선 상태의 진단에서 무정전 또는 비파괴의 활선상태의 진단으로 변화되어 전기사용자가 안정된 전력을 공급받을 수 있도록 하고 있다. 또한 광범위한 지역에 설치되어 있는 전기설비의 효과적 검사를 통해 시간과 비용을 최소화하고 있다. 따라서 진단기술은 고장 징후를 찾아내어 분석한 후 적절한 조치를 취하는 데 그 목적이 있다. 전력계통의 설비고장은 전기적, 기계적, 환경적 요인 등에 의해 발생하고, 절연이 열악한 위치에서부터 가청잡음, 초음파, 자외선 등 확인할 수 있는 형태로 파괴되기 시작한다. 이후 항복전압이상에서 아크방전으로 진전되면서 대량의 아크가 주변 설비에 영향을 미친다. 따라서 고장을 미연에 방지하기 위한 전기설비 진단 또는 검사는 고장의 파급을 막기 위해 매우 중요한 기술 중 하나이다[1],[2].

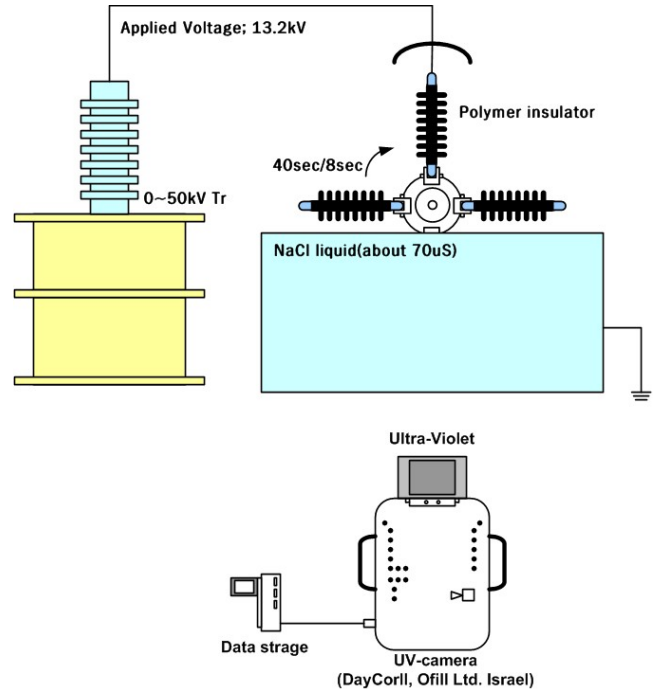
본 논문은 현장에서 이용되는 진단기법 중 초기방전이 시작되었을 때 발생하는 초음파 또는 자외선 영역을 효과적으로 검출하여 전력설비의 이상유무를 판단하기 위한 기초연구 중의 하나이다. 전기고장에 있어서 주요한 예측인자가 되는 설비의 코로나 발생을 검출하여 분석함으로써 고장을 미연에 방지할 수 있는 기초자료로 활용할 수 있다. 22.9kV 현수애자에서 전압을 증가시키면서 기중 절연과괴 과정 중 발생하는 초음파 또는 자외선 카메라(DayCor II, Ofil Ltd., Israel)를 이용[3-5]하여 진단이 상호보완적이고 용이하도록 하였다. 향후 전기안전을 위한 검사기법의 기준을 제시하여 전력설비의 이상유무를 판단하는 자료로서의 활용이 기대된다.

2. 본 론

2.1 실험장치 구성과 방법

본 연구의 실험방법에 있어서 고전압발생장치(0~50kV)를 이용하였으며, 실험구성은 트래킹휠 시험법에 준하였다. 실험실조건은 온도 20℃, 습도 60%를 유지하고 있는 실험실에서 수행하였다. 대상 시료는 국내에서 가장 널리 이용되고 있는 25kV급 폴리머애자로서 내열용 애자(EPDM)를 이용하였다. 공급전압은 13.2kV로서 이때 발생하는 초음파와 자외선에 대해 상관성을 입증하고자 하였다. 측정장치는 코로나를 탐지할 수 있는 센서와 자외선을 이미지로 받아 분석할 수 있는 장비(DayCor II, Ofil Ltd., Israel)를 이용하였다[6],[7].

전력설비에서 발생하는 코로나 방전에서 자외선 및 초음파를 검출할 수 있는 센서를 효과적으로 설치하여 전력설비에서 절연과괴되면서 방전될 때의 특성을 비교분석하기 위하여 그림 1에서와 같이 실험을 구성하였다. 측정거리는 5m로서 일정하게 유지하였으며, 자외선 이미지의 이득을 60에 위치한 상태에서 촬영하였다. 이때 비교대상이 되는 초음파 특성과 전류특성은 측정하였으나 본 논문에서는 분석과정이나 취득데이터의 활용 등은 언급하지 않았다.

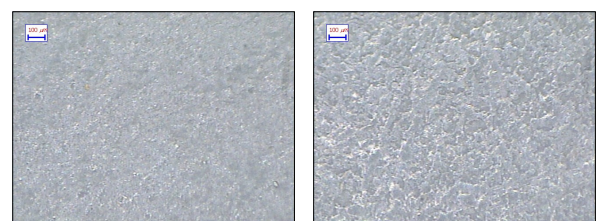


<그림 1> 실험장치 구성 개략도

폴리머 애자에서의 부분방전 및 절연과괴 특성을 분석하기 위하여 다양한 검출장치와 분석기기를 활용하여 열화단계별 특성을 해석하고자 하였다.

2.2 표면열화

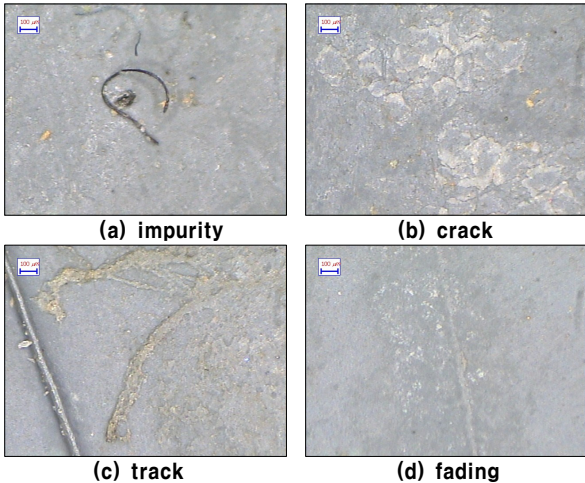
약 2,000회의 이후 시료를 열화장치에서 꺼내어 그 표면을 분석하였다. 그림 2는 정상상태에서의 표면을 확대하여 촬영한 것으로 제조할 때 물딩된 상태를 나타낸다.



(a) shed의 안쪽 (b) shed의 바깥쪽

<그림 2> 폴리머 애자 갓의 표면확대

그림에서와 같이 표면은 크게 2 종류로 구분될 수 있다. 표면의 굴곡이 거의 없는 상태의 (a)부분과 거칠게 되어 있는 부분의 (b)로 되어 있다. 그림 3은 트래킹휠 시험장치에 의해 열화된 시료의 표면을 나타낸 것이다. 그림에서 초기 열화 패턴은 크게 4종류로 구분이 가능하였으며, 갓에서의 위치 또는 불순물 등에 의해 지배되는 것으로 확인되었다.

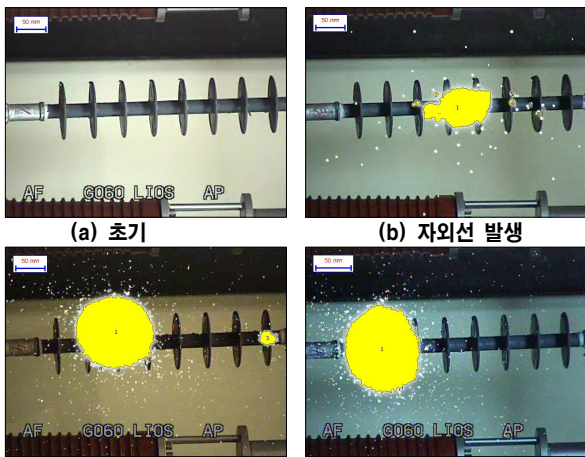


〈그림 3〉 표면의 열화 형태

그림 3(a)는 폴리머 애자에 포함된 불순물을 중심으로 재료가 변형되면서 탄화되는 특성을 확인하였다. (b)는 일반적인 경우 가장 많이 분포된 사항으로 아크열에 의해 균열되는 특성을 확인할 수 있다. (c)는 초기 상태의 도전로가 형성되는 과정을 확인할 수 있다. (d)는 절연물이 변색되는 과정으로 아크열에 의해 내부의 절연 또는 애자 재료의 특성이 바뀌고 있음을 알 수 있다.

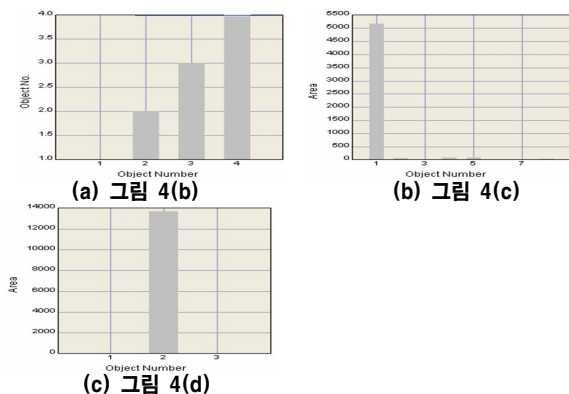
2.3 자외선 검출

트래킹 시험장치에 의해 초기와 자외선 발생되는 시기, 검출 자외선 이미지가 확대되는 과정을 측정된 결과에 있어서 표면에서 발생하는 자외선을 검출한 결과 그림 4와 같았다.



〈그림 4〉 폴리머 애자의 자외선발생

방전자외선의 정량적 분석을 위해 이미지면적을 구하면, 그림 5와 같다. 그림 4에 있는 자외선 이미지의 번호 순서에 따라 그 발생크기를 면적으로 계산하여 나타낸 것이다.



〈그림 5〉 자외선 이미지 면적

그림에서 알 수 있듯이 자외선 이미지의 크기는 열화가 진행되면서 그 발생량이 많아지는 것을 확인할 수 있다. 그러나 실제 측정이미지는 전압의 형태와 방전로의 생성 또는 진전과정에 따라 차이가 있을 수 있었다.

3. 결 론

실험을 통해 폴리머 애자의 부분방전시 나타나는 자외선을 측정하고 그 이미지를 정량화하는 방법을 기술하였다. 표면열화의 단계별 적용이 가능하였으며, 향후 초음파 검출, 누설전류 검출 등과 같은 검출기법을 이용한다면, 다양한 방법으로 부분방전을 해석하는데 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

[1] EPRI, "Guide to Corona and Arcing Inspection of Substations", 2002
 [2] EPRI, "Guide to Corona and Arcing Inspection of Overhead Transmission Lines", 2002
 [3] Kohji Hohkawa, "Study on Photo-induced Acoustic Charge Transport Effect in GaN Film", IEEE 0-7803-8846-1/05, pp.421~424, 2005
 [4] Robert P. Lucht, "Absorption based UV-Sensors for Combustion Processes", SIcon '01, pp.300~302, NOV. 2001
 [5] IEEE task force on electrical testing of polymer insulators for hot line installation, "Electrical test methods for non-ceramic insulators used for live line replacement," IEEE Trans. Power Delivery, vol. 12, no. 2, pp. 965-970, April 1997.
 [6] G. H. Vaillancourt, J. P. Bellerive, M. St-Jean, and C. Jean, "New live line tester for porcelain suspension insulators on high voltage power lines," IEEE Trans. Power Delivery, vol. 9, no. 1, pp. 208-219, Jan. 1994.
 [7] G. H. Vaillancourt, S. Carignan, and C. Jean, "Experience with the detection of faulty composite insulators on high voltage power lines by the electric field measurement method," IEEE Trans. Power Delivery, vol. 13, no. 2, pp. 661-666, Apr. 1998.